

Beam Profiler

BPF-Sシリーズ

ビームプロファイラ取扱説明書

目次

1. はじめに 3~4
2. 装置の特長 5
3. 装置外観図 6
4. 使用上の注意 7~10
5. 装置使用方法 11~30
6. よくある質問と回答 31~35
7. 装置仕様 36
8. 保証 37

段ボール箱開封時のご確認

- 段ボール箱に運送時の損傷がないかご確認ください。著しい損傷がある場合には直ちに運送業者にご連絡ください。
- 段ボール箱を慎重に開封し、すべての付属品（同梱の納入品一覧用紙）をご確認ください。
- 装置の外観に損傷がないか慎重に確認してからご使用ください。運送以外の原因で損傷があるとき、あるいは付属部品が欠品している場合には装置を使用せず、本書最後の頁にある連絡先へご連絡ください。
- 段ボール箱は輸送時保護のための一時的なもので、長期保管には使用できません。
- 開封以降、長期間本装置を使用されない間は、本装置光学部品にカビが生えたり、結露するのを防ぐため、湿度管理された低湿デシケータ内に保管していただくようお願いいたします。

納入品（形態）：ビームプロファイラ本体（1p）、USBケーブル（1p）、トリガーケーブル（1p）、ソフトインストール用USBメモリ（1p）、USB Dongle（1p）*（RayCi-Standard、RayCi-Professional versionのみ）

1. はじめに

- 本取扱説明書に記載されている事項は、装置を安全に正しくお使いいただき、操作者他の負傷を防ぐためにあります。禁止事項、警告事項を必ずお読みいただき、主要な制限を十分にご確認ください。
- 誤った使い方をしたときに生じる危害や損害の程度を区分して説明しています。



禁止

「してはいけない内容」です。



**装置
取扱警告**

「装置故障のおそれがある警告」です。



温度警告

「装置故障や、火傷などの熱傷を負うおそれのある警告」です。



**レーザー光
取扱警告**

「レーザー光によって、失明や熱傷、火災のおそれがある警告」です。



重要事項

「誤操作や誤使用を防ぐ重要情報を示す事項」です。

【安全のために必ず守ること】



禁止

- 事故や故障のおそれがありますので、装置の分解、修理、および改造を禁止します。これらの操作が認められた場合、製品保証は失効し、必要な修理はすべて有償修理となります。また、修理をお断りする場合があります。これに由来する直接的、及び間接的損害について、弊社は責任を負いません。
- 装置を誤って落下させたり、強い衝撃が加えられたりして、装置が正しく動作しないとき、特に異常な発熱や臭い、煙が装置から発生したときには、ただちに使用を中止して弊社へご連絡ください。また、装置を分解しないでください。上記をお守りいただけない場合、いかなる結果についても弊社は責任を負いません。



**装置
取扱警告**

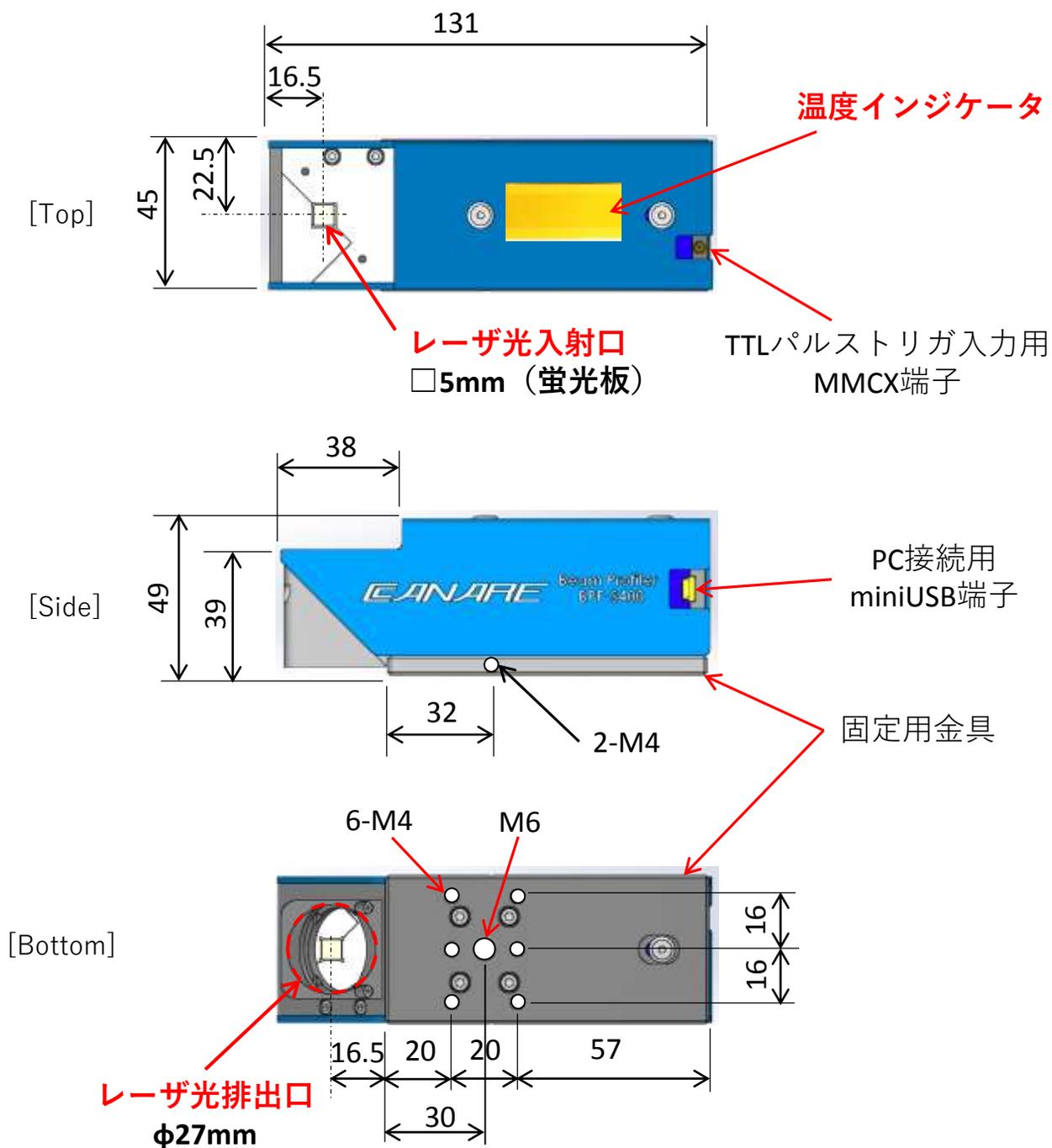
- 製品に同梱されているUSBケーブル、トリガーケーブルを使用してください。または仕様に合ったケーブルをご使用ください。合わない場合、装置の故障や火災のおそれがあります。
- 装置を使用しないときは、本体側あるいはパソコン側から、接続ケーブルを必ず外してください。待機通電による発熱、静電破壊、感電、漏電、故障、火災のおそれがあります。
- ケーブル類の取り付け、取り外しは、コネクタ部を保持して行ってください。ケーブル部を持ちますと装置側端子が破損したり、ケーブル断線のおそれがあります。
- 装置に水などの液体をかけないでください。
- 大きな温度変化のある環境や結露する環境に装置を置かないでください。故障の原因となります。
- 塵埃の多い環境に装置を置かないでください。故障の原因となります。
- 装置を落下させたり、激しい振動や衝撃のある環境に装置を置かないでください。測定精度の低下や故障の原因となります。

2. 装置の特徴

- 本装置は特殊な透明蛍光板を用いた世界で初めての
ビームプロファイラです。
(特許取得/出願済)
- 本装置に取り付けられている蛍光板が測定面となります。
レーザビームの測定したい位置に蛍光板を置くこと
で、その位置での高精度な2Dビームプロファイル
をリアルタイムに測定できます。
- レーザ光はCW、パルス動作関係なく測定できます。
低周波のパルス光の場合、トリガー信号を入力すれば、
同期して安定した測定が可能です。
- 蛍光板の損傷閾値は非常に高い※1なので、フィルター
等でレーザ光を減光する必要はありません。光ファイ
バー出射端、LD発光面、集光レンズに蛍光板を近づ
けてプロファイルを測定できます。(波長によっては、
強く集光した場合、信号が飽和することがありま
す。)

※1 36頁の装置仕様参照

3. 装置外観



ご注意：外観寸法はBPF-Sシリーズ共通です。（本体の色、デザインはBPF-S400の例です）
性能改善のため、外観形状、端子位置は予告なく変更する場合があります。

4. 使用上の注意



レーザー光
取扱警告

- 本装置の使用時には必ず、お使いになるレーザー波長に合ったレーザーゴーグルを着用してください。反射光や散乱光により視力低下、失明するおそれがあります。
- 本装置に入射したレーザー光は、入射出力を維持したままレーザー排出口を通して装置外部へ排出されます。そのため排出されるレーザー光により、視力低下や失明、火傷や火災が発生するおそれがありますので、予め入射出力に応じた安全装置（ビームダンパー、ビームトラップ等）を排出口側に設置していただき、排出されるレーザー光に対し十分に安全な処理がなされた環境でお使い下さい。



温度警告

- 本装置へ著しく高出力なレーザー光を入射し続けるとき、本装置の表面温度が上がる場合があります。本体の表面温度が**40℃**を超えると内部の部品が破損、故障するおそれがあるので、下段に記載された「温度インジケータの見方」を参考に**本体表面温度の異常な上昇があった時は直ちに入射レーザーを止め、使用を中断してください。**
- 本体表面温度上昇は使用条件により異なります。下表を参考にして安全にお使いください。
- 温度が下がれば、測定を再開できます。

	連続測定時間(*1)			
	0～20min	20～40min	40～60min	60～360min
本体の表面温度	30℃以下	30～32℃	32～33℃	33～34℃

*1 測定条件：LD出力 30W CW @808nm (BPF-S800)
環境温度26℃

《温度インジケータの見方》

温度インジケータは**40℃**で変色します。



使用可（変色前）



使用中止（変色後）

※ 温度インジケータは水銀化合物を含有しております。

廃棄の際は、都道府県知事の許可を受けた専門の産業廃棄物業者に委託してください。



- 下表に従って、放射角（全角、 $1/e^2$ ）が制限値を超えるレーザー光を入射しないでください。レーザー光が装置内部で広がり、装置を異常に加熱するおそれがあります。

重要事項

	レーザー光集光位置と蛍光板との距離（mm）				
	0	1	2	3	4
放射角制限値	38°	36°	36°	34°	34°



- 本装置で測定できるレーザー光の波長は、装置の型名で規定される35頁記載の仕様の範囲です。それ以外の波長のレーザー光は絶対に入射しないでください。内部の光学部品が損傷するおそれがあります。
- 蛍光板でのレーザー光の光強度が $2\text{MW}/\text{cm}^2$ を超えないように注意してください。蛍光板が損傷するおそれがあります。
- BPF-S400ではNd:YAGやNd:YVO₄などの固体レーザーのSHG光（532nmや473nm）も測定できますが、基本波（波長 $1\mu\text{m}$ 近傍の光）が混入していないことをご確認ください。混入している場合、蛍光板の蛍光信号と重なって正しい測定ができません。事前にフィルター等で完全に除去してください。

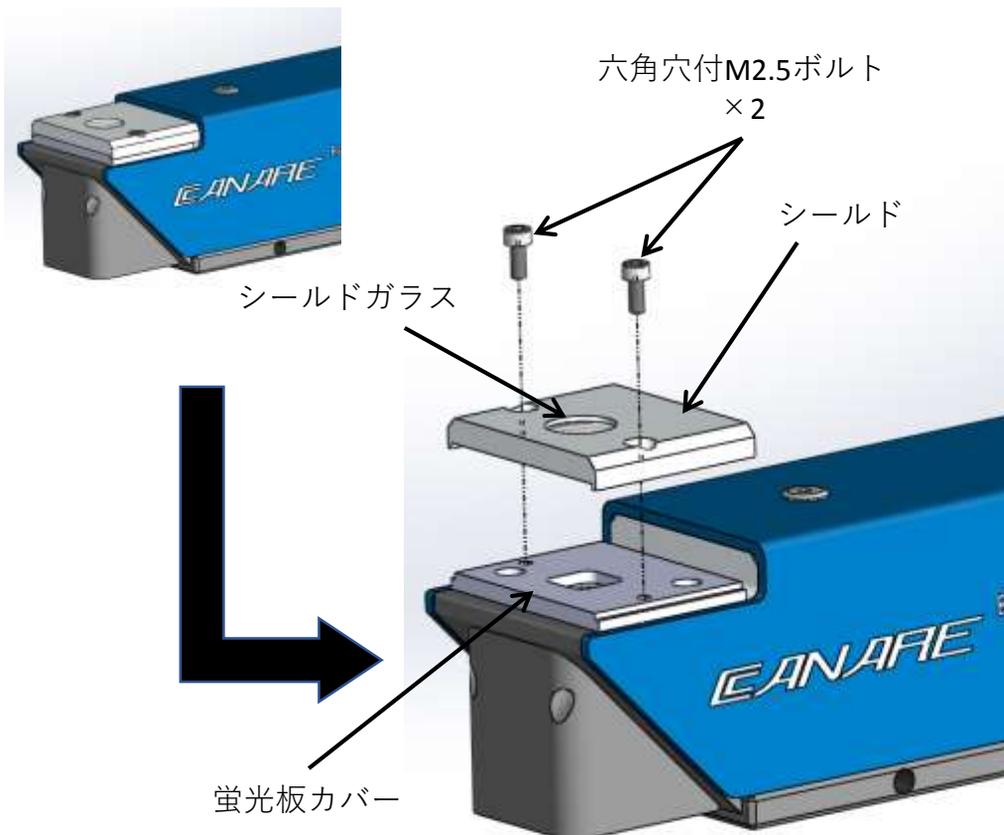
重要事項



重要事項

- レーザ入射面には、蛍光板を塵埃から保護するシールド部品が搭載されております。
- この部品にはレーザ光に対して透明なARコート付きガラス（シールドガラス）が装着されております。
- シールドガラスを交換したり、レーザ出射端を蛍光板に近接させて測定する場合に、取り外すことができます。
- この部品は六角穴付M2.5ボルト2個で蛍光板カバーに固定されております。取り外しは本器を固定した状態で行い、蛍光板面に対して垂直に持ち上げてください。
- 取り外し、取り付けの際は、蛍光板を傷つけないよう慎重に行ってください。

《取り外し方》

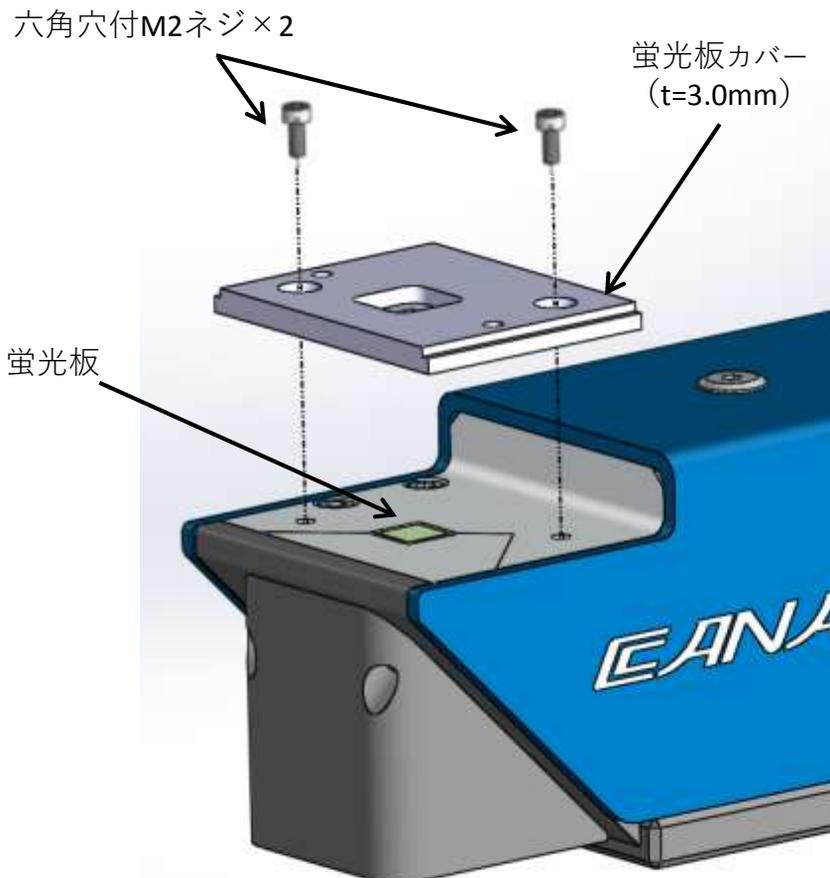




重要事項

- 蛍光板面は、□5mmのアーチャーが空いている上面の蛍光板カバーから、正確に3.0mm奥にあります（蛍光板カバーの厚みが3.0mm）。
- □5mmのアーチャー周囲には、蛍光板カバー上面より深さ2.0mm、□10mmのザグリがあります。
- 測定の際、蛍光板カバーが邪魔になる場合、あるいは蛍光板に汚れがあり蛍光板カバーが邪魔でうまくクリーニングできない場合には、蛍光板カバーの二か所の六角穴M2ネジを外し、カバーを取り外すことで、蛍光板を最前面に完全に露出させることができます。
- **蛍光板カバーを取り外す際には、蛍光板面に対し垂直に持ち上げるようにしてください。**
- 横にずらして外すとカバーと蛍光板面が擦れ、表面のコーティングに傷が入るおそれがあります。
- カバーを取り付ける際にも同じように十分注意してください。

《取り外し方》



5. 装置使用方法

1. 【測定準備】 12～15

ソフトウェアを起動して、本器の測定準備設定を行います。

2. 【測定開始】 16

レーザー光源を本器へ入射する手順です。

《測定中の画面説明》

- 2.1 【2D-Viewウィンドウ】 17～19
入射した光源の2D（2次元）強度分布を表示するウィンドウです。
- 2.2 【Cross Sectionウィンドウ】 20～21
入射した光源の断面強度分布を表示するウィンドウです。
- 2.3 【Beam Resultウィンドウ】 22～23
入射した光源の2D強度分布から計算されたビーム径
等を数値を表示するウィンドウです。

3. 【データ保存】 29～30

測定データ保存の手順を説明しています。

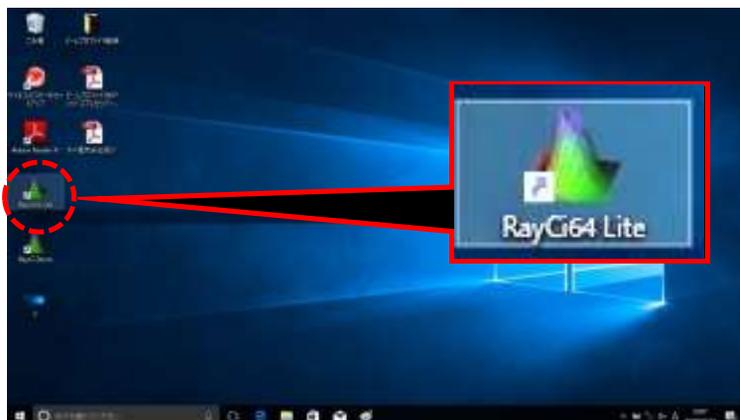


次頁へ進み、手順をよく読んで正しくお使いください。

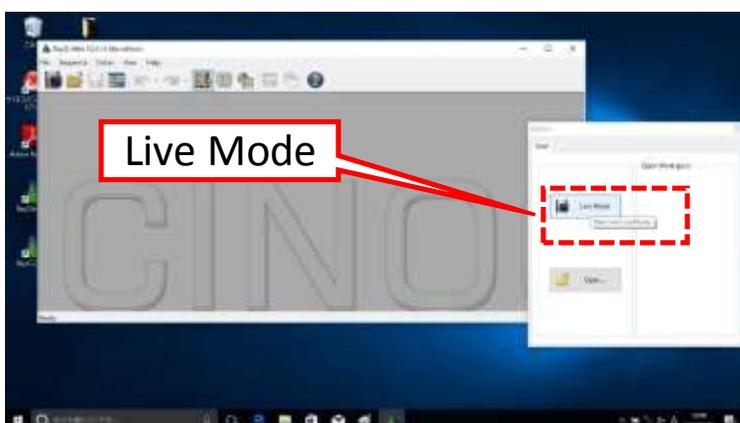
ソフトのバージョンによっては画面やメニューが異なる場合があります。
本取扱説明書ではRayCi-Lite Ver2.4.13をベースにしています。

1. 【測定準備】

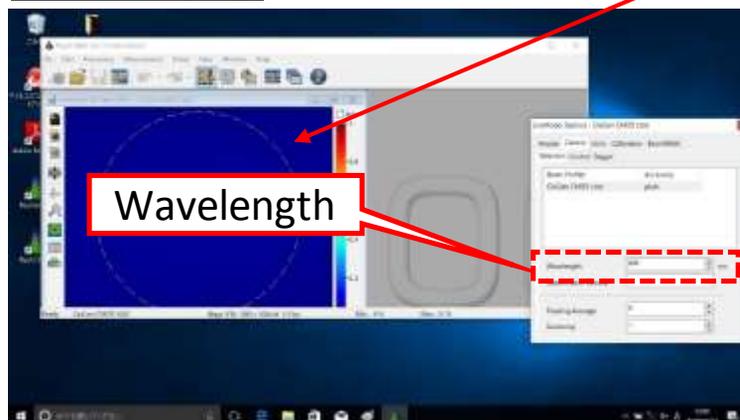
1. ビームプロファイラ本体とPCを専用のUSBケーブルで接続してください。
2. デスクトップ上のアイコン「RayCi64 Lite」をダブルクリックします。



3. 「Live Mode」をクリックします。



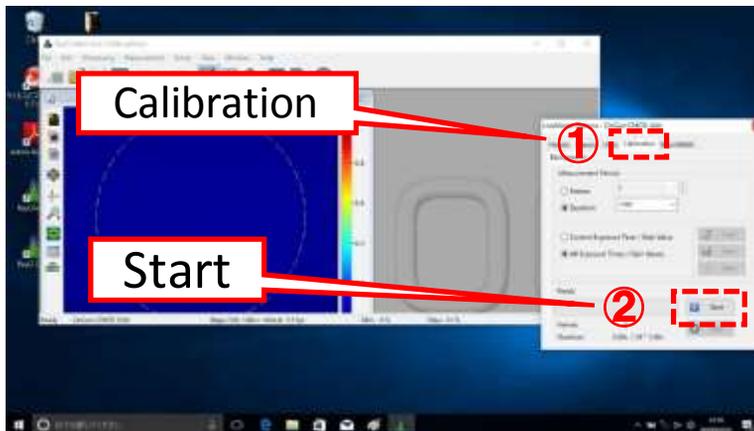
4. 「Live Mode: Options」ウィンドウ内の「Wavelength」に、レーザの波長 [nm]を入力します。



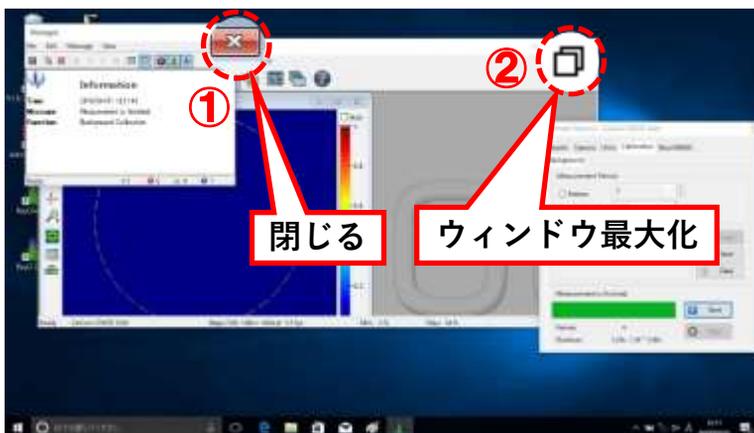
青いウィンドウに「Waiting for data」と表示された場合は、カメラとの接続が不良です。ケーブルの接続を確認してください。

*ビームプロファイラ解析ソフトRayCiはCINOGY社の登録商標です。

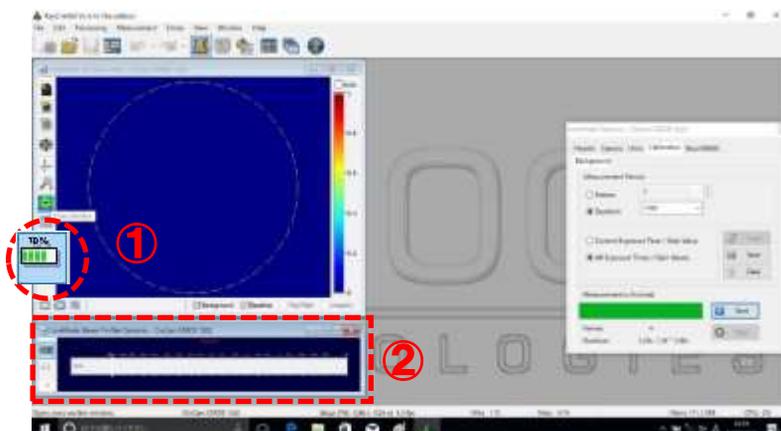
5. 本器にレーザ光が入射していないことを確認してください。
- ① 「**Calibration**」 タブをクリックし、カメラ感度のゼロ点調整を行います。
 - ② 「**Start**」 をクリックしてください。ゼロ点調整は約1~2分で終わります。



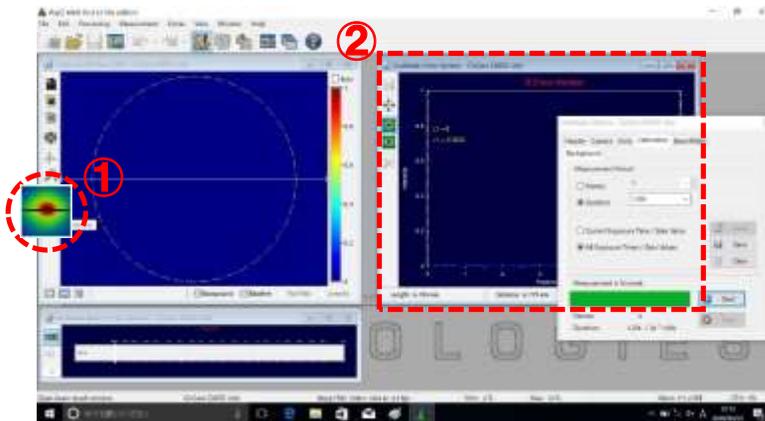
6. ①ゼロ点調整の終了を知らせる「**Message**」ウィンドウを閉じます。
- ② 「**Live Mode: 2D-View**」ウィンドウを最大化します。



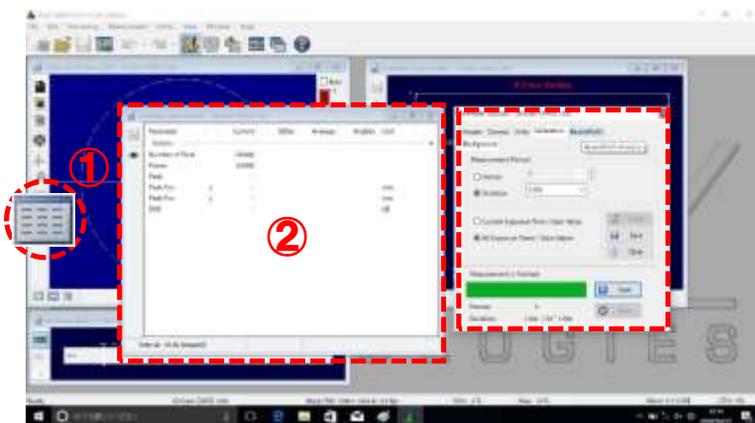
7. ①メニューアイコンにある「**Beam Profiler Dynamic**」をクリックします。
- ②立ち上がったウィンドウを最適サイズにして画面上に出しておきます。



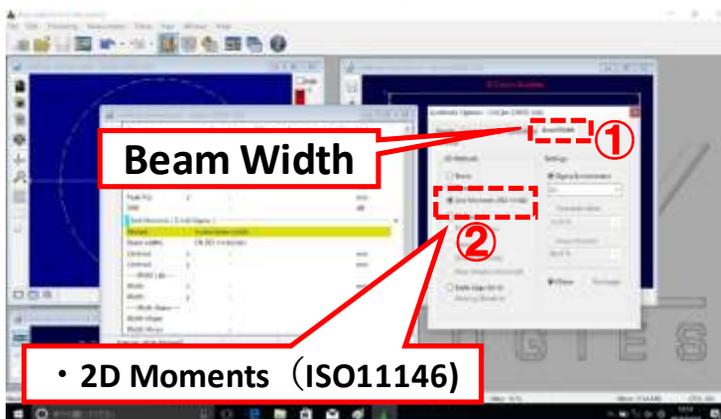
8. ①メニューアイコンにある「**Cross Section**」をクリックします。
②立ち上がったウィンドウを最適サイズにして画面に出しておきます。



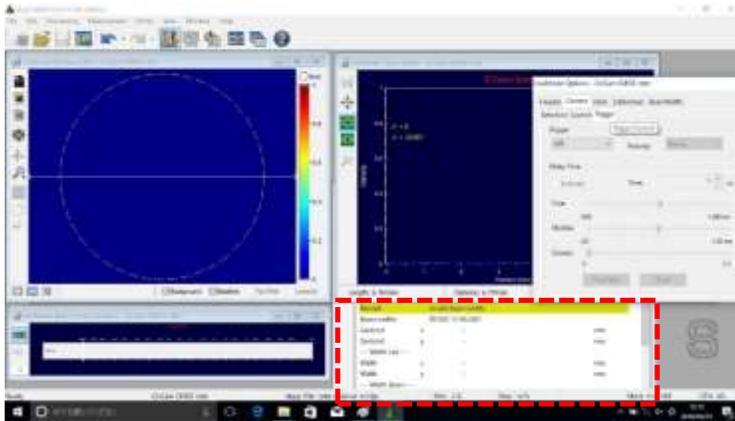
9. ①メニューアイコンにある「**Beam Result**」をクリックします。
②立ち上がったウィンドウは、「**Live Mode: Options**」ウィンドウと隣り合わせに画面中央に置きます。



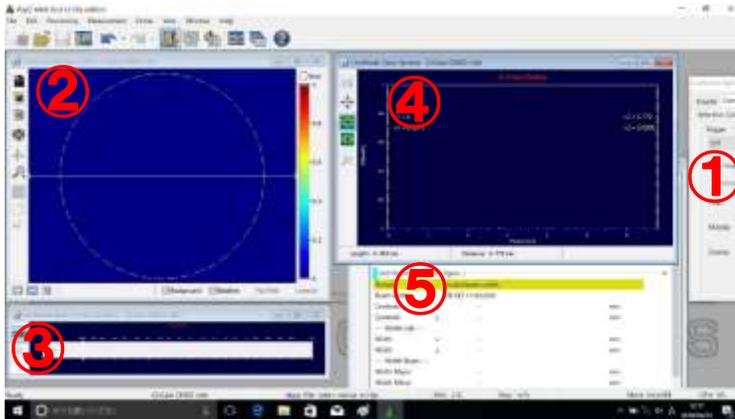
10. ①「**Beam Width**」タブをクリックします。
②「**2nd Moments (ISO11146)**」を選択します。



11. 「Live Mode: Beam Result」ウィンドウは下図の位置へ表示させておきます。



12. 以上で測定準備完了です。
各ウィンドウに表示される情報は以下の通りです。



① 「Live Mode: Option」

各種設定を行うメインウィンドウです。画面上に必ず表示させておいてください。

② 「Live Mode: 2D-View」

入射したレーザー光のプロファイル画像（二次元強度分布）をリアルタイム表示します。

③ 「Live Mode: Beam Profiler Dynamic」

②で表示した入射レーザー光の（ピーク）強度を示します。レーザー光が強くなるほどバーが右に伸びます。横軸の単位（300ms-100 μ s）はカメラの露光時間（CMOS撮像素子が光を取り込む時間）です。入射光強度により自動で調整されます。バーが右端まで伸び赤くなったときは、ただちに入射レーザー光を弱めてください。

④ 「Live Mode: Cross Section」

②で表示されたプロファイル中央の断面強度分布を表示します。

⑤ 「Live Mode: Beam Result」

②で表示されたプロファイルのビーム径測定値を表示します。

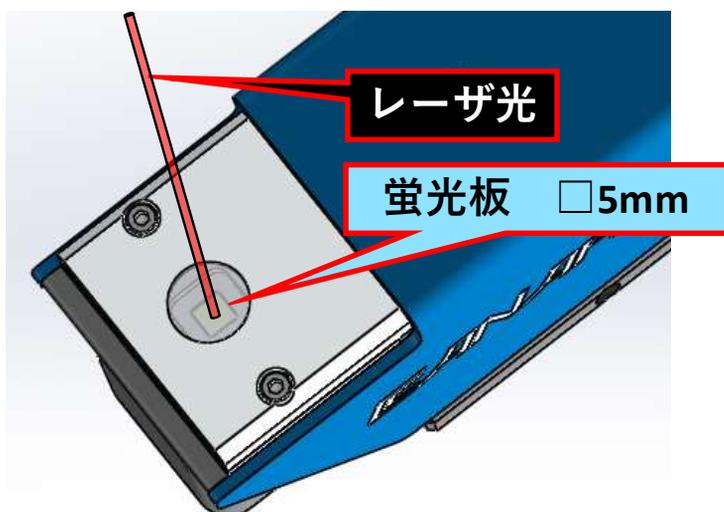
2. 【測定開始】

1. 弱いレーザー光をビームプロファイラ本体前面の蛍光板（□5mm）へ入射させてください。

※ 入射するレーザーが蛍光板のほぼ中央に当たっていることを
IRプレートやIRカメラなどで確認してください。

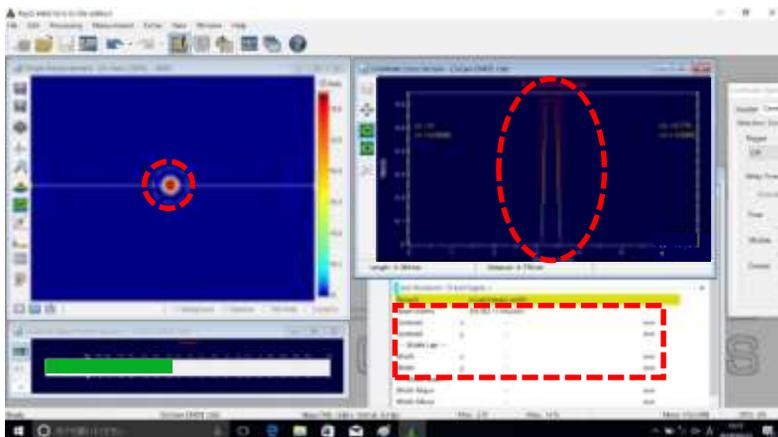
入射するレーザー光の光軸は蛍光板に対して垂直になるようにしてください。

※ 斜めから入射させるとレーザー光により本体内部が異常に加熱され、光学部品が破損するおそれがあります。さらにレーザー光が蛍光板の外周に当たると急激に発熱し、蛍光板が破損することがあります。



2. レーザー光強度を徐々に上げてください。画面上の測定結果表示を確認します。そのまま所望の強度まで上げてください。

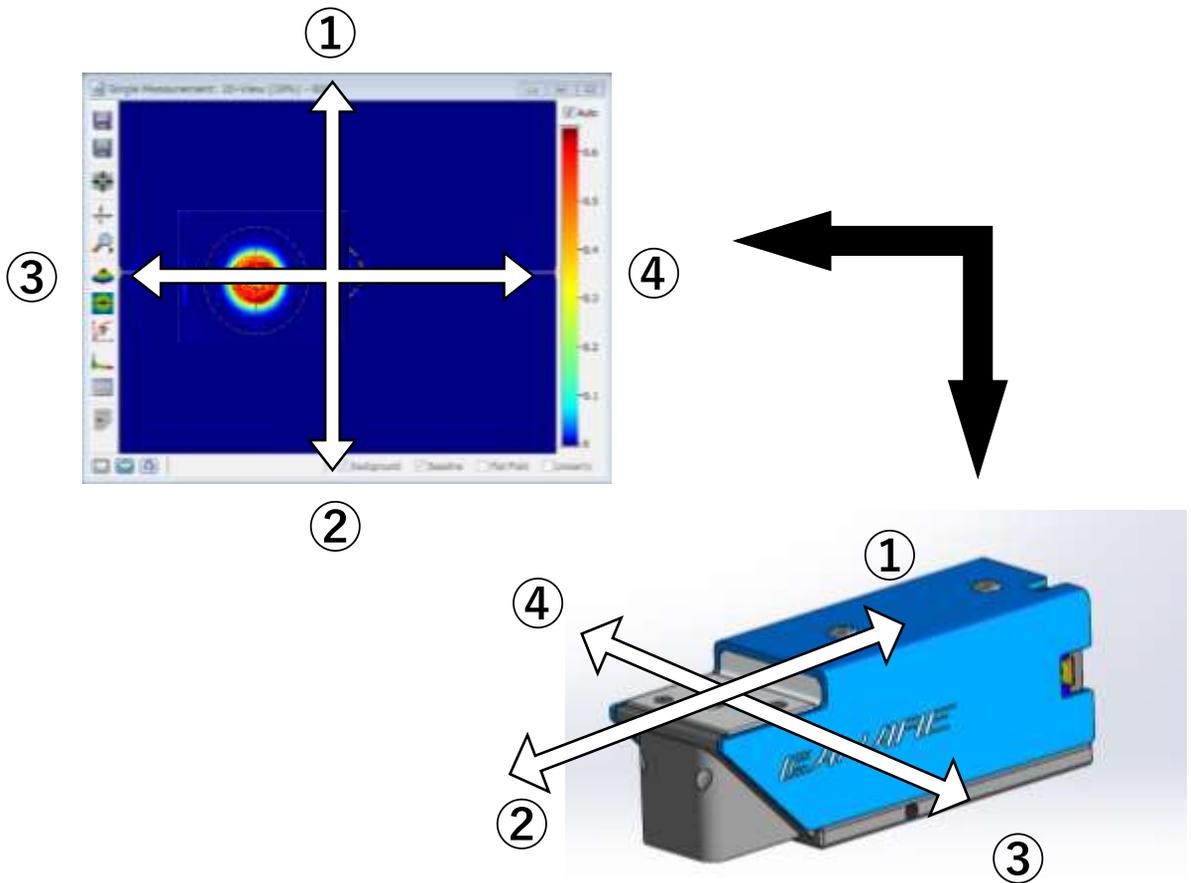
※ 「Beam Profiler Dynamic」ウィンドウのグラフ表示が赤くなったときは、入射光を弱めてください。



3. 各測定結果の説明は次ページ以降を参照してください。

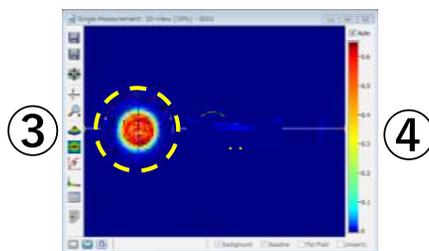


2D-Viewウィンドウ上下左右位置関係と蛍光板の面内位置関係は下図の通りです。①～④の番号で示された方向にそれぞれ対応しています。

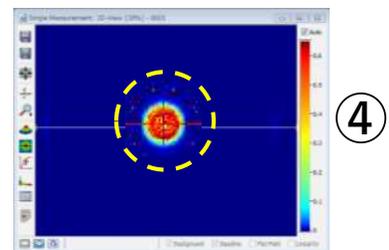


右記の2D-Viewウィンドウの例ですと、表示されているビームプロファイルを右へ移動させて、画面中央に表示したい場合は本器を③方向へ移動するまたは、光源を④方向へ移動させることで、ビームプロファイルを画面中央付近に表示させることができます。

移動させる前に必ず、本ページ上段の位置関係図をよくお確かめください。



移動する前



移動した後

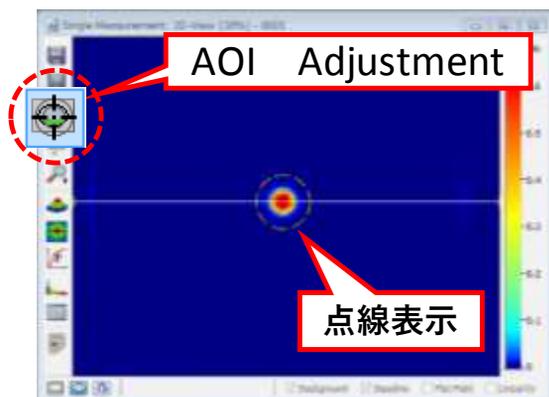
2.1 【2D-View】

「Live Mode: 2D-View」は、入射したレーザ光の2Dプロフィール画像です。

1. <<ビーム径の測定>>

メニューアイコンにある「AOI Adjustment」をクリックします。

入射光プロフィールをソフトウェアが自動で探し出して楕円または矩形の点線表示で囲みます。この点線表示内のプロフィールがビーム径解析の対象になります。

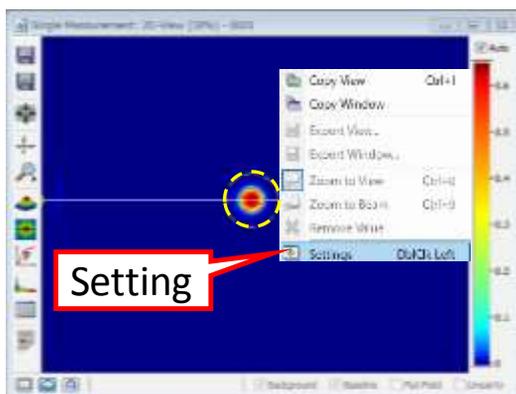


マウスポインタを点線表示に合わせてドラッグしますと、点線表示の位置、形状を自由に変更できます。変更された任意の領域が「AOI adjustment」の対象範囲になります。

複数光源から成る入射光プロフィールから、任意の光源を選択したい場合などに便利です。

2. <<「AOI Adjustment」の設定選択>>

ウィンドウ内で右クリックすると現れるメニューから「Setting」を選択します。



「AOI Adjustment」による自動設定を選択できます。



• Position by Peak

ビーム強度が最も強い位置（ピーク）を中心とする任意形状の楕円または矩形でプロフィールを囲みます。

• Position by Centroid

ビームの強度重心を中心とする任意形状の楕円または矩形でプロフィールを囲みます。

• Pos&Shape by 2nd Moments (デフォルト)

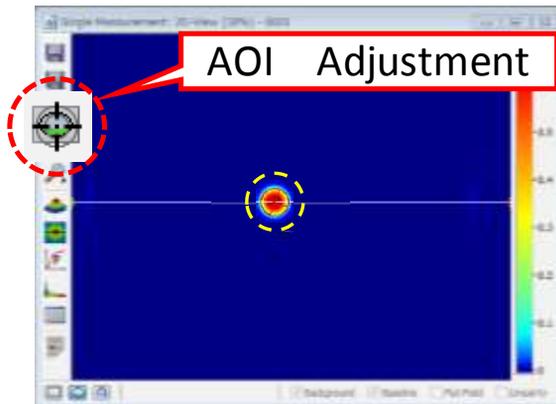
国際標準規格で定義されるビーム径を基準とする楕円または矩形でプロフィールを囲みます。

• Pos&Shape by BeamWidth

「BeamWidth」で規定されるビーム径を基準とする楕円または矩形でプロフィールを囲みます。

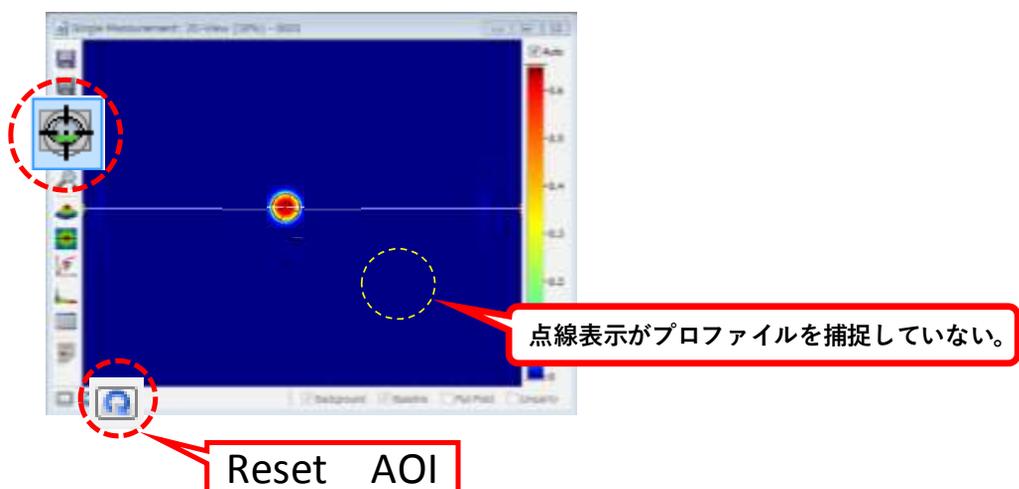
3. << 「AOI Adjustment」 のキャンセル >>

「AOI Adjustment」 を再度クリックすると「AOI Adjustment」 の自動追尾がキャンセルされ、アイコンの背景色が元に戻ります。さらに下段の「Reset AOI」 をクリックすると形状も初期状態（最大化）になります。



下図のように「AOI Adjustment」によって点線表示は出ているのに、ソフトウェアがプロファイルを見失っている等、正しくプロファイルを捕捉していないときには、「Reset AOI」 をクリックしてください。最大化の後、再度自動追尾します。

または前頁のように、マウスポインタを点線表示に合わせてドラッグし、手で範囲指定することも可能です。



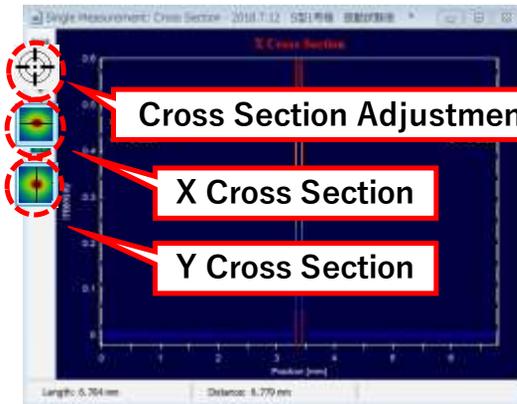
* ソフトのバージョンによっては「Reset AOI」 をクリックすると、AOIの形状が初期状態にもどり、自動追尾もキャンセルされる場合があります。その場合には再度「AOI Adjustment」 をクリックしてください。

2.2 【Cross Section】

「Live Mode: Cross Section」は、プロファイルの断面強度分布を表示します。

1. <<プロファイル断面線の指定>>

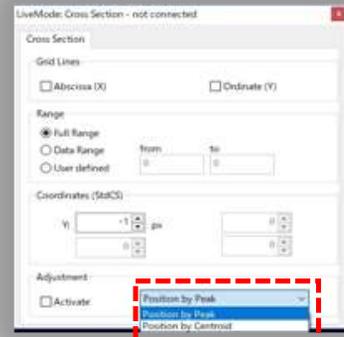
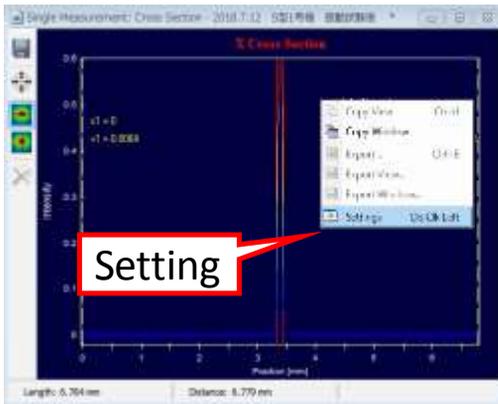
- ・メニューアイコン「Cross Section Adjustment」をクリックすると、「2D-View」ウィンドウに表示されているプロファイル上に断面線を自動で合わせま
- ・メニューアイコン「X Cross Section」をクリックすると、プロファイルをX軸（横軸）に切り取った断面が表示されます。
- ・メニューアイコン「Y Cross Section」をクリックすると、プロファイルをY軸（縦軸）に切り取った断面が表示されます。



「2D-View」ウィンドウに現れる断面線にマウスポインタを合わせてドラッグしますと、断面線の位置を自由に変更できます。変更された任意の位置が断面強度表示の対象になります。複数光源を含む入射光プロファイルから、任意の光源を選択したい場合などに便利です。

2. <<プロファイル断面線の表示基準選択>>

ウィンドウ内で右クリックすると現れるメニューから「Setting」を選択します。



「プロファイル断面線」の設定を選択できます。

- ・ Position by Peak

ビーム強度が最も強い位置（ピーク）を通る断面線で断面強度が表示されます。



- ・ Position by Centroid

ビームの強度重心を通る断面線で断面強度が表示されます。

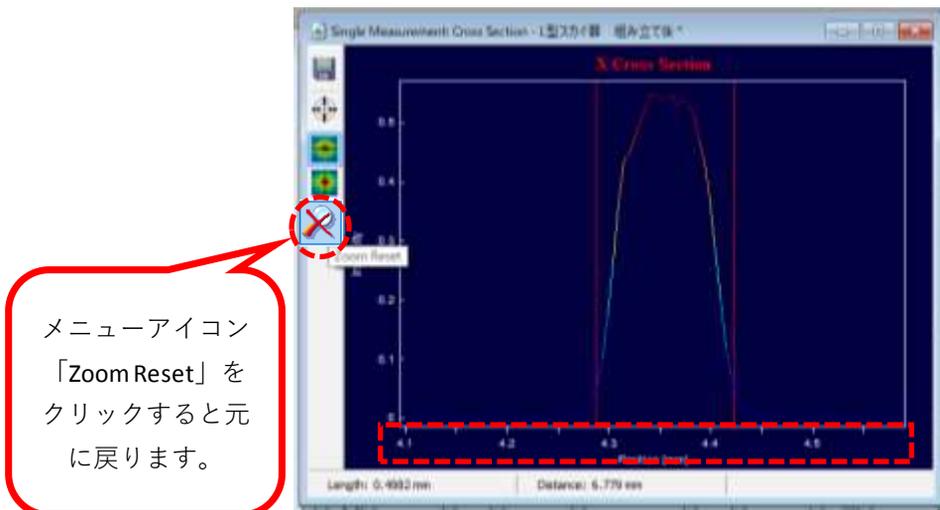
※ X Cross Section、Y Cross Section、共に適用されます。

3. <<横軸の表示変更>>

- ・拡大したい領域をウィンドウ内でマウスポインタをドラッグして指定すると、指定した領域の背景色が変わります。



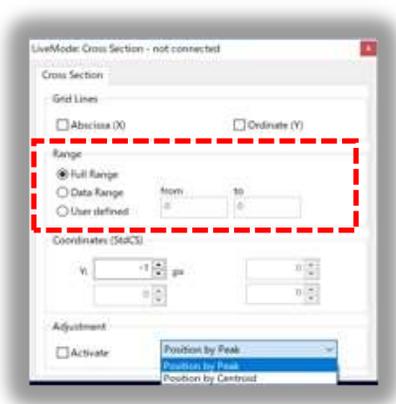
- ・マウスポインタのドラッグをし終わると、指定した横軸領域を拡大して表示します。これを繰り返すと、さらに拡大して表示します。※縦軸はここでは変更されません。



- ・細く表示された断面強度分布を拡大して見たいとき等に便利です。

4. <<縦軸の表示変更>>

- ・ウィンドウ内で右クリックすると現れるメニューから「Setting」を選択します。

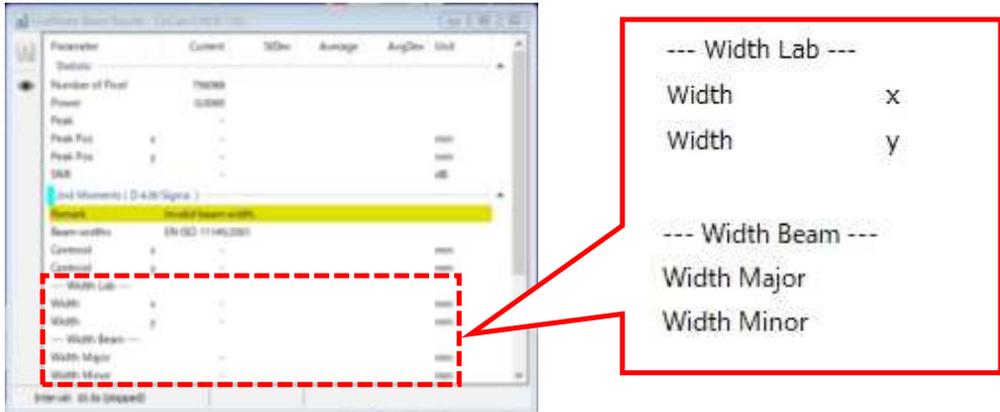


- ・ **Full Range**
自動設定されたレンジ（露光時間）における強度を表示します。
- ・ **Date Range**
測定データ内の最大強度（ピーク）で規格化した強度分布を表示します。
- ・ **User Defined**
Full Rangeの縦軸を任意に設定できます。

2.3 【Beam Results】

「Live Mode: Beam Results」は、ビーム径等解析結果の数値を表示します。

1. <<ビーム径の表示（解析定義：2nd Moments[ISO11146]）>>



• Width X

2D表示の横軸方向断面のビーム径（直径）[mm]です。

• Width Y

2D表示の縦軸方向断面のビーム径（直径）[mm]です。

• Width Major

楕円ビームの長軸断面のビーム径（直径）[mm]です。

• Width Minor

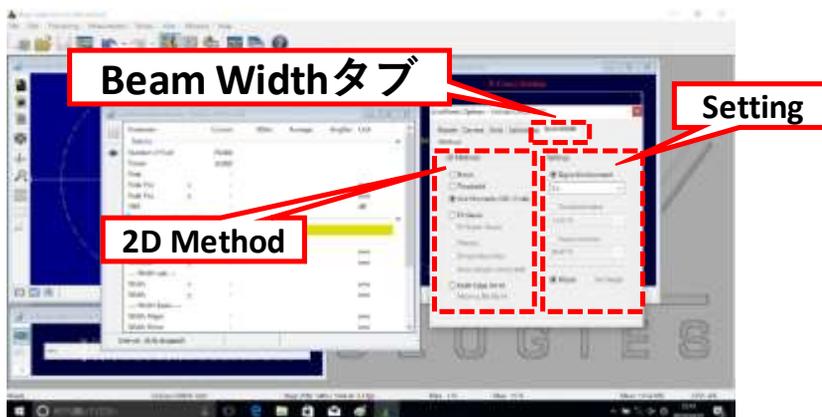
楕円ビームの短軸断面のビーム径（直径）[mm]です。

2. <<ビーム解析の定義>>

「Live Mode: Options」ウィンドウの中の「Beam Width」タブをクリックします。

「2D Method」欄内にある項目を選択して、ビーム解析の定義を指定します。

指定した定義に関連したメニューが、「Setting」欄内で選択できるようになります。



« 「2D Method」で選択できるビーム解析の定義について »

24頁以降に各定義の詳細な説明があります。

「★」の表示がある項目は、RayCi-Standard、RayCi-Professional versionで解析可能です。

○ **None (デフォルト)**

ビーム径を計算しません。

○ **Threshold**

光強度の閾値を決めて、ビーム内でその光強度を超えている領域の面積や全光強度を計算します。

○ **2nd Moments (ISO11146)**

ビームの重心位置からの光強度の分布 (2次モーメント) を計算し、その標準偏差をビーム径とします。プルダウンメニューのデフォルト値「2s」では、 $D4\sigma$ (ディーフォーシグマ) と呼ばれる、国際標準規格に従うビーム径を計算します。

○ **Fit Gauss**

測定したビームプロファイルをガウス分布で近似し、近似曲線をもとにビーム径を計算します。

○ **Fit Super Gauss** ★

測定したビームプロファイルをスーパーガウス分布で近似し、近似曲線をもとにビーム径を計算します。

○ **Plateau** ★

測定したプロファイルを矩形近似して、ビーム径を定義します。

○ **Simple Geometry** ★

2D強度プロファイルで、領域内の光強度が指定した割合になる楕円または長方形の最小面積を計算します。

○ **Area(simple connected)** ★

2D強度プロファイルで、領域内の光強度が指定した割合になる自由形状の最小面積を計算します。

○ **Knife Edge 90/10**

古典的なナイフエッジを用いたビーム径測定法をシミュレーションしたものです。

○ **Moving Slite 86/14** ★

スリットスキャンによるビーム径測定方法をシミュレーションしたものです。

《2D Methodで指定するビーム解析定義について》

【Threshold】

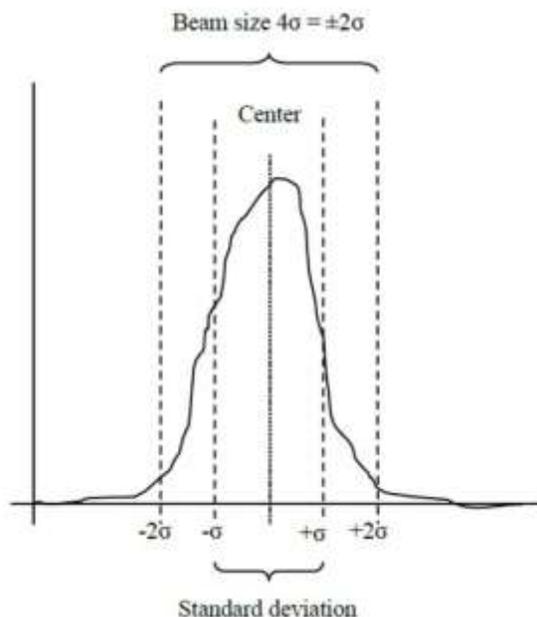
矩形形状 (Flat-top) のビームプロファイルに適した解析方法です。ユーザーが光強度の閾値を決めて、ビーム内でその光強度を超えている領域を解析します。ユーザーは閾値「Threshold Value」としてAOI内の最大光強度に対する割合 (%) を、プルダウンメニューで $1/e^2$ (13.5%)、 $1/e$ (36.8%)、10%、50%、90% から指定します。

Beam Resultsに次の値を出力します。

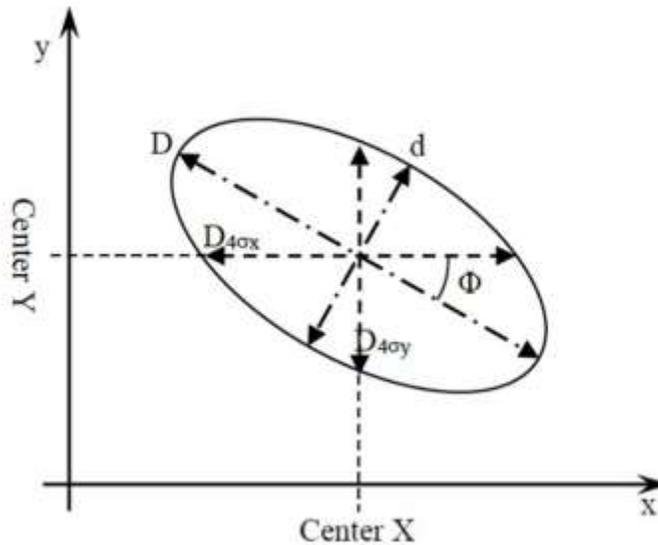
- Effective Power : AOI内の閾値以上の領域の全光強度
- Power Ratio : AOI内の全光強度に対するEffective Powerの割合
- Effective Area : AOI内で閾値以上の領域の面積
- Mean Intensity : Effective PowerをEffective Areaで割った値です。平均光強度。
- Flatness : Mean Intensityを最大光強度で割った値です。
理想的な矩形形状の場合、1に近づきます。
- Uniformity : 光強度のばらつきの規格化標準偏差をMean Intensityで割った値です。
理想的な矩形形状では0に近づきます。
- Edge Steepness : Threshold Valueの10%と90%での面積の差を、10%の面積で割った値です。0に近いほど、プロファイルの立ち上がりが急峻になります。

【2nd Moments (ISO 11146)】

2nd Momentsは重心に対する光強度分布の変化を表現する値です。特に「Sigma Environment」のプルダウンで「2s」を選択 (デフォルト) した値は $D4\sigma$ と呼ばれ、ビーム径の国際標準の定義 (ISO11145、ISO11146) になります。ビームプロファイルが完全なガウス分布である場合、 $D4\sigma$ の直径 $\pm 2\sigma$ は、 $\pm 1/e^2$ と一致します。



ビームは2次元の分布を有するためビーム径も2次元の楕円となります。



Beam Resultsに次の値を出力します。

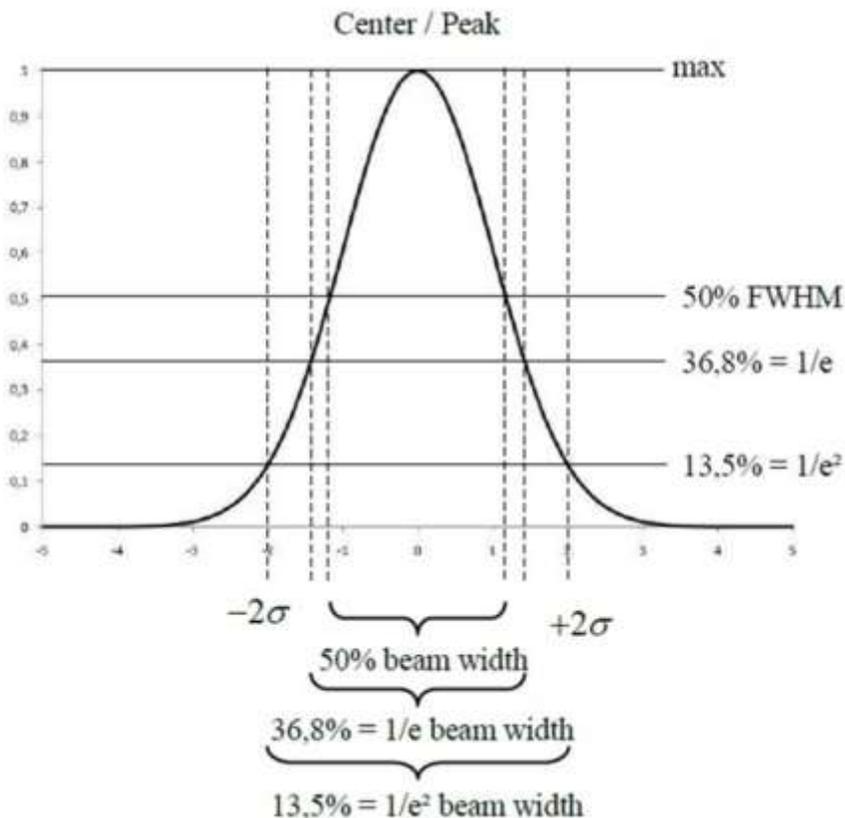
- Centroid X,Y : ビームの（光強度の）重心の座標
- Width Lab : （カメラ）表示画面のx、y軸に沿ったビーム径
- Width Beam : 楕円ビームの長軸（Major axis）と短軸（Minor axis）に沿ったビーム径
- Azimuth Angle : ビームの長軸とx軸の成す角度
- Ellipticity : 短軸のビーム径を長軸のビーム径で割った値。円では1に近づく。
- Eccentricity : 真円に対するズレを数学的定義で表現した値。離心率。真円では0。
- Cross-Sect. Area : 楕円の面積
- Intensity : 楕円内の全光強度をAOI内の全光強度で割った値。

【 Fit Gauss 】

ビーム形状をガウス分布で近似し、そのプロファイルの解析結果を示します。ビーム形状が理想的なガウス分布に近い場合に有効ですが、さらにプロファイルの裾に信号ではないノイズ成分が多い場合にも、正しいビーム径を $D4\sigma$ で計算する際に有効です。

Beam Resultsには、通常の解析値に加え次の値を出力します。

- GFI：フィッティングの良し悪しを示す指標。適合度。最高が1。
- Correlation：実データとフィッティング値の相関。



【 Super-Gaussian-Fit 】★

指数 (Exponent) をフリーフィッティングパラメータとした、一般化されたガウス分布で近似し、そのプロファイルの解析結果を示します。ビームが単峰だがFit Gaussでは裾がうまく一致しない場合に有効です。

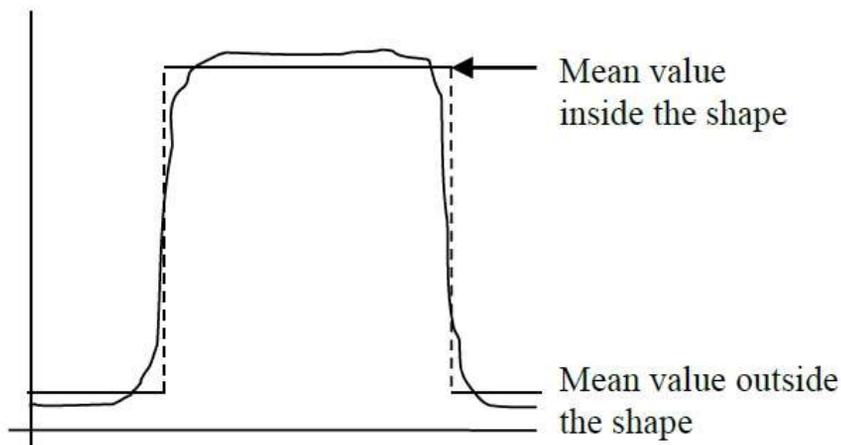
Beam Resultsには、Fit Gaussの解析値に加え次の値を出力します。

- Exponent：フィッティング指数。（*Fit Gaussでは常に2）

★ RayCi-Standard、RayCi-Professional versionで解析可能です。

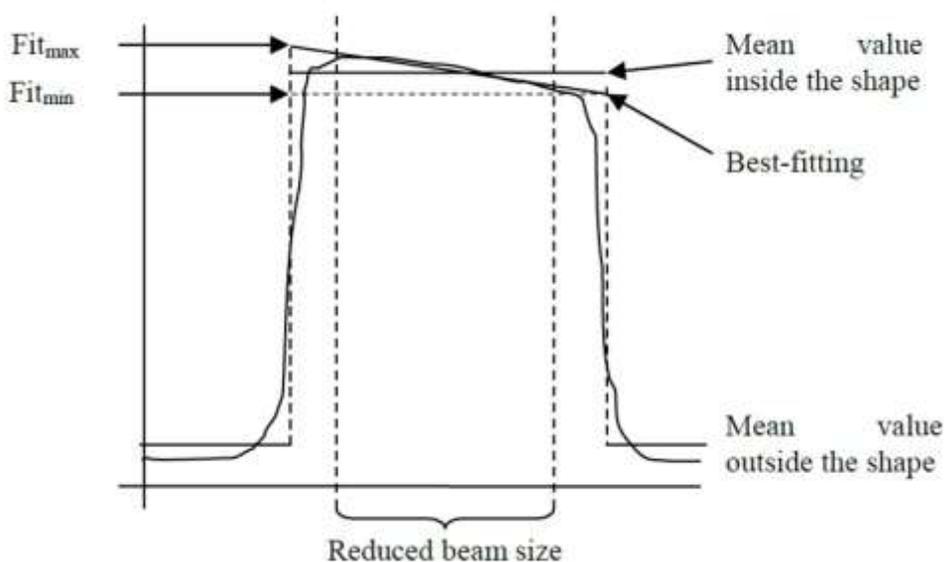
【 Plateau 】 ★

矩形近似。矩形の中と外で光強度の分布のばらつきが最小になるような矩形を計算します。2次的的には楕円または長方形を指定します。



Beam Resultsには、通常の解析値に加え次の値を出力します。

- Uniformity：中央部の光強度の分布（ヒストグラム）の半値全幅（FWHM）を最大強度で割った値です。（ISO13694）平坦度が上がるほど0に近づきます。このときエッジの影響を無視するために、中央のビーム領域をより中心部分だけに制限して計算します。制限の割合は「Diameter Fraction」のプルダウンで63.21%、86.47%、98.17%、98.89%から選択できます。
- Roughness：中心部分の光強度の平均値からのズレの最大値を、最大光強度で割った値です。
- Top Hat Factor：Top Hatにどれだけ近いかを表す指標で、理想的なTop Hatの場合は1になります。ちなみにガウス形状の場合、0.5になります。



★ RayCi-Standard、RayCi-Professional versionで解析可能です。

【 Simple Geometry 】 ★

2次元的に楕円または長方形の形状で、その領域の中の全光強度が、ユーザーが指定した割合（63.21%、86.47%、98.17%、98.89%）になる、最小の面積の形状を計算します。

【 Area (simple connected) 】 ★

Simple Geometryと異なり、2次元の形状を定義せず、ユーザーが指定した光強度の割合（63.21%、86.47%、98.17%、98.89%）となる最小面積を計算します。

【 Knife Edge 90/10 】

古典的なナイフエッジを用いたビーム径測定法をシミュレーションしたものです。レーザビームをナイフエッジで塞いでゆき、透過光強度が10%と90%になるナイフの移動距離をビーム径と定義します。ビームを切る方向は、カメラのx、y方向と楕円の軸方向の2種類選択できます。

【 Moving Slit 86/14 】 ★

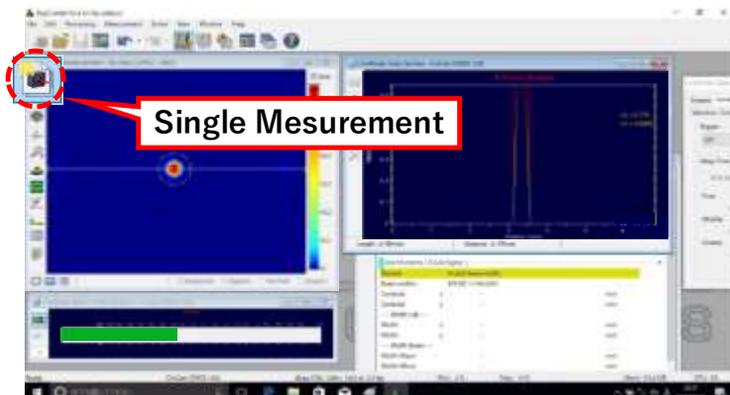
スリットスキャンによるビーム径測定方法をシミュレーションしたものです。スリットを透過する光強度が、その最大値の13.5%に下がる位置の距離をビーム径と定義します。スリットを切る方向は、カメラのx、y方向と楕円の軸方向の2種類選択できます。

★ RayCi-Standard、RayCi-Professional versionで解析可能です。

3. 【データの保存】

プロファイルデータを取得、保存するために、測定モードを立ち上げます。

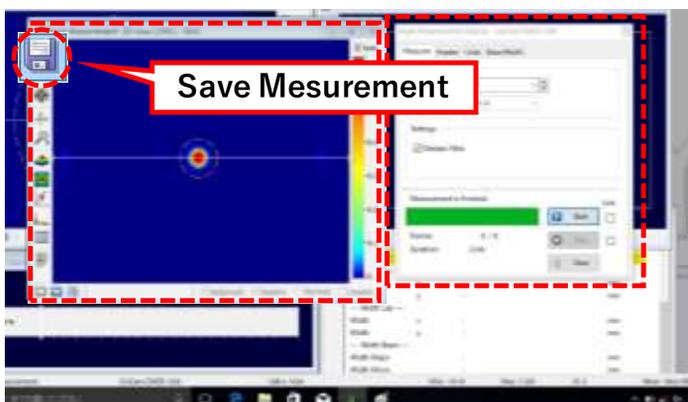
1. メニューアイコンにある「Single Measurement」をクリックします。新しい「2D-View」ウィンドウが立ち上がり、「Live Mode Options」ウィンドウが「Single Measurement Options」ウィンドウに切り替わります。



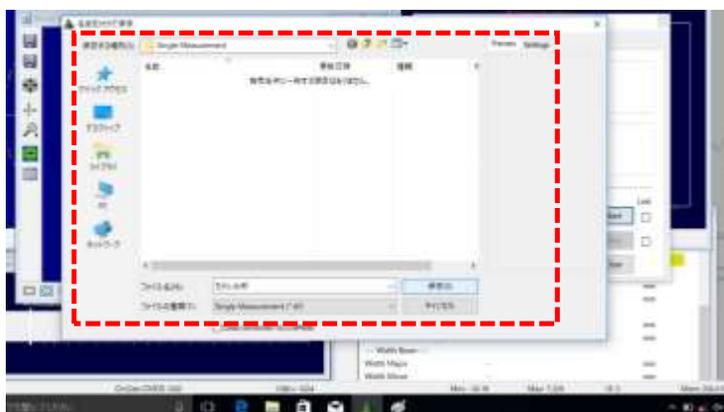
2. 「Live Mode: 2D-View」を見ながら測定したいタイミングで「Single Measurement Options」の「Start」をクリックするとデータ取得を開始します。「Measurement Period」で、取得時のデータの積算フレーム回数や時間を予め選択、設定できます。なお、Base line補正 (31頁参照) を行わない場合は、予め「Live Mode: 2D-View」ウィンドウで下のチェックを外してください。「Single Measurement: 2D-View」からは操作できません。



3. データ取得が終わると、「Single Measurement: 2D-View」に取得した2Dデータ（静止画）が表示されます。データを消して取り直すときは再度「Start」をクリックしてください。
- 「Clear」をクリックすると、まだ保存していないデータは消去されます。続けて新しいデータを取得する場合は、再度「Single Measurement」のアイコンをクリックして、新しい「2D-View」ウィンドウを立ち上げてください。データの保存は後からまとめて出来ます。データを保存する時は、保存したい「2D-View」ウィンドウのメニューアイコン「Save Measurement」をクリックします。



4. 保存場所を指定し、名前を付けて保存してください。



- ・保存形式はTIFF (.tif) ファイルです。
- ・保存データはRayCiソフトウェア（Lite、Standard、ProfessionalいずれでもOK）で読み出し、断面強度分布、ビーム径などの解析ができます。

5. 解析結果のデータ（2D画像、断面プロファイル、ビーム径数値など）も、それぞれのウィンドウから同じように保存（BMP、JPG、CSV形式など）できます。

6. FAQ

1. Q：2D-View画面に現れる黄色い点線の領域、AOIとは何ですか。

A：“Area of Interest”の略で、ソフトが様々なパラメータを解析する領域を示しています。画面（測定面）には見たいレーザビーム以外にも、ノイズ、迷光が同時に入射していることがあり、メインのレーザビームの解析の際に障害になります。AOIをメインのレーザビームの周りに設定することで、AOIの外側の領域は解析上無視されるので、メインのレーザビームだけを正しく解析することができます。
2. Q：AOIの設定方法は。

A：「Live-Mode:2D-View」ウィンドウの左側のメニューから、「AOI Adjustment」をクリックすれば自動で設定されます。自動設定はリアルタイムで更新されるので、ビーム径が刻々変化した場合でも、自動でAOIの領域が変更されます。メインのレーザビームと迷光の距離が近く、自動設定のままでは分離できない場合や、迷光側にAOIが設定される場合などは、マニュアルでAOIを設定できます。マニュアルで行う場合、マウスのカーソルをAOIの点線上に移動させ、ドラッグすれば自由に位置や形状を変更できます。この場合にはAOIは自動で更新されません。
3. Q：AOIをリセットしたい時は。

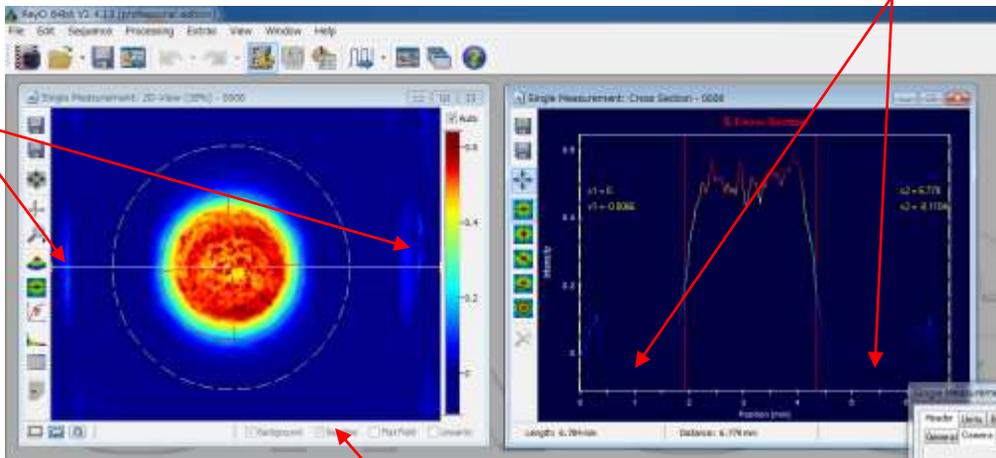
A：AOIを自動設定にしたままで、一旦レーザ入射を止め、再度入射した場合などに最初のレーザビームの位置と大きく離れている場合に、ソフトがビームを見失うことがあります。その場合には：「Live-Mode:2D-View」ウィンドウの左下の「Reset AOI」をクリックするとAOIが一旦最大化して、正しくビームを補足することができます。
4. Q：「Baseline Correction」とは。

A：「Live-Mode:2D-View」あるいは「Single Measurement:2D-View」ウィンドウの下端にある「Baseline Correction」は、AOIと連動して、AOIの外側の領域の信号を積分して、その信号強度を「Baseline」として全体の信号から差し引くという機能です。測定領域全域にわたり一様にノイズが乗っている場合に有効な補正です。デフォルトでチェックが入り、機能するようになっています。しかしながら、AOIの外側に強い迷光がある場合、その信号まで積分して「Baseline」として差し引くために、場合によっては信号がマイナスになる領域ができることがあります（次頁参照）。その場合、ソフトは異常と判断し、「Background Calibration」をやり直すようにアラームウィンドウを出します。この場合、原因は「Background Calibration」ではないので、やり直す必要はありません。

（続く）

信号強度がマイナス

散乱光



Baseline correction on/off

特に本装置の場合、入射するレーザービームの径が3mm以上大きくなると、上図左のように蛍光板側面での蛍光の内部散乱光が、強くカメラで検出されることがあります。この状態で「Baseline」補正を行うと、上図右のようにメインビームの周辺では信号がマイナスになり、正しくビーム径を計算することができません。このような現象が見られた場合には「Baseline Correction」のチェックを外してください。

5. Q：「Background Calibration」の方法、頻度は。

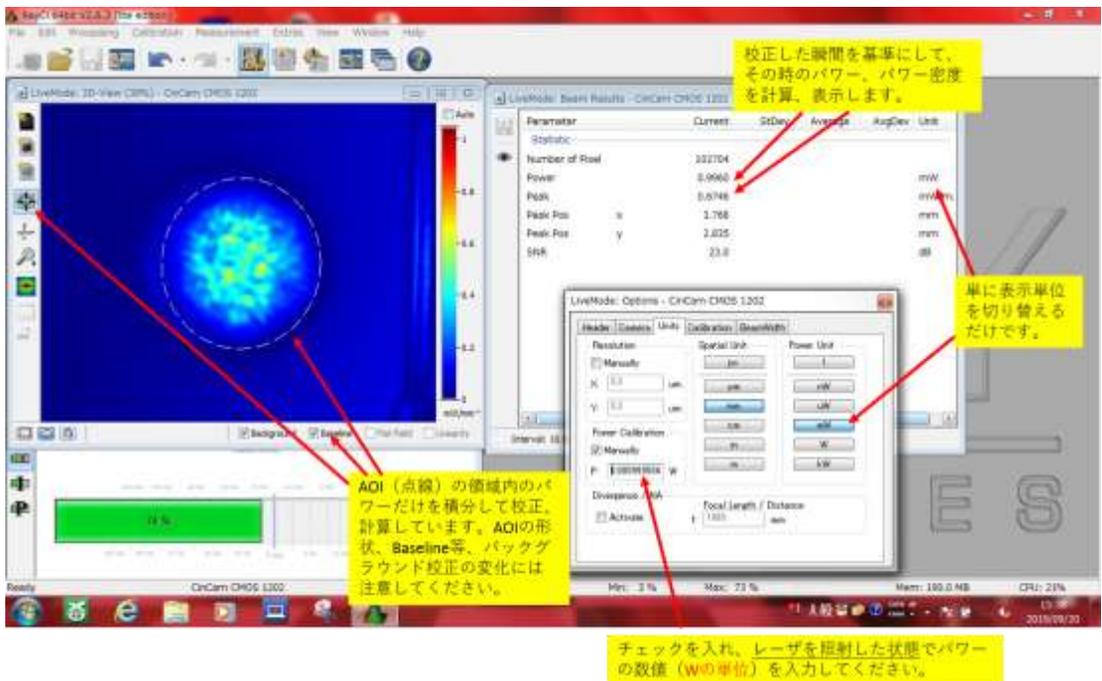
A：ソフトを立ち上げた時点で、最初に行ってください。測定する環境下でレーザー光のみを止めた状態で行ってください。本装置自体は中が暗室になっているので、部屋を暗くする必要はありません。ソフトの概略説明版にあるように、キャリブレーションの条件は、デフォルトの「8 Flames」、「All Exposure Times/Gain Values」を選定してください。本装置はレーザー光の強度に応じて自動でカメラの露光時間、ゲインを選択します（手動も可能）ので、最初にすべての露光時間についてキャリブレーションを行っておく必要があります。また8時間程度の測定であれば、最初のソフト立ち上げ時1回で十分です。なお、ソフトを一旦立ち下げた場合には、再度キャリブレーションを行う必要があります。

6. Q：入射レーザー光強度はどこで確認すればよいですか。

A：入射レーザー光強度に対し蛍光信号強度はリニアですが、その変換効率はレーザーの波長や蛍光板により大きく変化するために、信号強度から入射光強度を推定することは単純ではありません。ビームプロファイラソフトにはパワー表示するようなメニューもありますが、校正が必要です。別途パワーメータ等で測定していただくことをお勧めします。

7. Q: 光パワーの表示を有効にするにはどうすればよいですか。

A: Live modeでCalibrationをした後、レーザ光を入れて所望の出力（予め測定しておいた出力）にして、「2D-View」でBPでビームを確認します。この状態で下図のように「Live mode: Options」ウィンドウの「Units」を開き、「Manually」にチェックし、その下の「P」にその想定される出力をW単位で入力してください。この例の場合は1mWを想定し、0.001あるいは1E-3を入力しました。ソフトのビット処理の関係で、その値に非常に近い違う値に変換されて表示されますが正常です。同時に数値を表示する「Beam Results」に校正されたパワーが、単位と共に表示されます。なおパワーは左の「2D-View」のAOI（白い点線）の領域内だけを積分して計算していますので、AOIの形状を大きく変えたり、CalibrationやBease line補正をON/OFFしたりすると、それだけで値が大きく変わるので注意してください。なお、レーザ出力が非常に低い場合には、パワー校正がうまくできない（機能しない）場合があります。



8. Q: 入射レーザのパワーを上げているのに、ビームプロファイルの強度が低下しました。

A: 蛍光板の吸収発光効率にはレーザ光の波長に強く依存します。そのため半導体レーザ（LD）のように、パワーを上げると波長が変化するレーザの場合、波長が変化したために蛍光板での吸収発光効率が低下し、信号強度が逆に低下する場合があります。その場合でもビームプロファイル（形状）の測定に影響はありません。

9. Q：測定できる入射レーザー光の最大パワーはどのくらいですか。
A：レーザー光の波長やビーム径により最大パワーが大きく変わります。本装置の仕様である蛍光板でのパワー密度が400kW/cm²を超えない範囲で、ソフトの「Beam Profiler Dynamic」が赤く飽和しない範囲（CMOSカメラが飽和しない範囲）、また放熱器の温度が50°Cを超えない（時間）範囲であれば、30W超でも測定は可能です。
10. Q：どのような定義のビーム径が測定できますか。
A：Live Modeの場合、「Live-Mode Options」から、Single Measurementの場合、「Single Measurement: Options」から「BeamWidth」のタブから様々なビーム解析が選択できます。特に「2nd Moments (ISO 11146)」は国際的なビーム径の定義になります。重心を通る断面で定義されますが、ビームの外周まで信号を積分するために、正しい計算のためにはBack groundやBase lineの補正、AOIの設定が非常に重要になります。また古典的なナイフエッジやムービングスリットによる測定結果を計算によりシミュレーションすることもできます。詳しくは24頁に説明があります。
11. Q：「Live Mode」にしましたが、「Waiting for data」と表示されます。
A：カメラが認識されていません。パソコンと装置本体がUSBケーブルで接続されているか、USBコネクタがしっかり奥まで差し込まれているか確認してください。接続を確認し一旦ソフトを再起動しても認識されない場合には、インストール時にUSBドライバが正しくインストールされていない可能性があります。RayCiのインストールメニューからUSBドライバをインストールしてください。またRayCiソフトインストール時に、使用する機器にRayCiのカメラCMOS 1202以外を指定すると、カメラが認識されません。また他のUSBを使うソフトが同時に起動していた場合、干渉によってビームプロファイラソフトの動作が遅くなったり、カメラを認識できなかつたりします。その場合、他のUSBを使うソフトは立ち下げてください。
12. Q：パソコンがレジューム状態になると、解除後ソフトがフリーズする。
A：パソコンのレジューム機能はOFFにしておいてください。またフリーズした場合は、ソフトを再度立ち上げ、キャリブレーションから始めてください。バッテリーの消耗を考慮し、測定にノートパソコンをご使用の場合はできるだけACアダプターに繋いでご使用ください。

13. Q：トリガーケーブルを繋いでパルスレーザ光を測定したいのですが、プロファイル像が出ません。
- A：トリガーケーブルにはTTL信号（0-5V）を入れてください。
「LiveMode： Options」の「Trigger」のタブで、「Trigger」のプルダウンメニューから「Trigger In」を選択します。次に「Control」のタブでは、デフォルトで露光時間（Exposure Time）が100 μ s（*Auto）になっています。Autoのチェックを外し、露光時間をプルダウンメニューで450 μ s程度までマニュアルで増やしてください。これはレーザ光が入射して蛍光が十分発光するまで、時間がかかるためです。またトリガー信号からの遅れ時間（Delay）も必要があれば増やしてください。お客様の駆動回路系によりトリガー信号からレーザ光が発光するまで時間がかかっている場合があります。なお、上記の設定変更の際、「LiveMode： Beam Profiler Dynamic」で蛍光信号が飽和していないことを確認してください。
14. Q：全エネルギーの90%の範囲のビーム径を表示させたいのですが。
- A：「BeamWidth」の「Method」の”Simple Geometry”または”Area”に、その機能があります。隣の”Power Fraction”のプルダウンメニューでエネルギーの比率を選択します。デフォルトでは63.21%、86.47%、98.17%、98.89%から選択になりますが、その欄に”90”と数字を手で打ち込むと”90%”と表示され、「Beam Results」のビーム径や2D、3D表示が表示されます。
15. Q：ビーム径の定義でFWHM表示にするための方法を教えてください。
- A：ビームの断面が表示された「X (Y) Cross Section」のウィンドウで右クリック「Cross Section」というウィンドウが出ます。そこで「Cursor I (II)」のタブを選択、そこで「1D Beam Width」でプルダウンメニューの「50%-50% (FWHM)」を選択してください。断面の画面に赤い2本の線が表示され、「Beam Results」のテキスト画面にFWHMのビーム径の数値が表示されます。なお、「Options」ウィンドウの「BeamWidth」、「Method I (II)」タブには「Threshold」で「Threshold Value」のプルダウンメニューから「50%」が選択できますが、選択しても「Beam Results」には、50%以上の面積が表示されるだけで、特定の方向のFWHMのビーム径は表示されません。そこでさらに、「Fit Gauss」あるいは「Fit Super-Gauss」を選択してやると2Dおよび断面の画面に赤い線が表示され、「Beam Results」に近似曲線でのFWHMのビーム径が表示されます。

7. 装置仕様

測定波長範囲*	380-550nm (S400)
	750-900nm (S800)
	900-980nm (S900)
	1030-1070nm (S1000)
測定面積	□5mm
分解能 (カメラピクセルサイズ)	5.3μm × 5.3μm
最小測定ビーム直径**	53μm
最大測定ビーム直径	4mm
カメラフレームレート	Up to 20Hz
シャッター	Global
測定モード	CW、pulsed
外部トリガー	TTL
信号の直線性誤差	< 1% (< 120kW/cm ²) (S400)
	< 1% (< 300W/cm ²) (S800)
	< 1% (< 120kW/cm ²) (S900)
	< 1% (< 3kW/cm ²) (S1000)
空間距離誤差	< 1%
蛍光板の損傷閾値*** (CW)	> 2MW/cm ² (S400)
	< 100kW/cm ² (S1000)
インターフェース	USB2.0
ソフトウェアOS	Windows 7/8/10 (32/64bit)

*蛍光板材料の特性により、この波長範囲でもレーザ出力によっては測定できない波長が存在します。

**カメラのピクセルサイズから、もっと小さなビーム径も測定、表示できますが、ビーム内に10ピクセル (測定点) 以上あることを推奨しています。

***損傷閾値はレーザの波長や動作モード (CW/パルス、パルス幅) に大きく依存します。

8. 保証について

保証期間：ご購入から1年間

上記に定める保証期間内に、万一当製品に故障が発生した場合は、下記の通り無償修理または代品交換をさせていただきます。当社までお申し出ください。

1. 取扱説明書等に従った当社指定の使用条件のもとで、保証期間内に、万一当製品に故障が発生した場合は、無償にて故障箇所の修理または代品交換をさせていただきます。
2. 上記修理後または代品交換後の保証期間は、購入時に定めた保証期間内とさせていただきます。
3. 上記保証期間を過ぎた装置の故障については、修理費用はお客様のご負担（有償）となりますが、有償修理後の該当修理部品については新たに1年間の保証期間（無償）を設けさせていただきます。
4. 上記の無償保証期間内においても次の場合は有償とさせていただきます。
 - ① 使用上の誤り、または当社指定に基づかない修理や改造により故障あるいは損傷した場合。
 - ② 落下、その他の衝撃を加えたことにより製品が故障あるいは損傷した場合。
 - ③ 火災、公害、暴動、通信障害等の発生および地震、雷、風水害その他の天災地変など外部の要因または、特異な使用環境（粉じん、静電気、水漏れ、結露、薬品使用等）により製品が故障または破損した場合。
 - ④ 当社指定以外の機器を接続、あるいはソフトウェアで駆動したことにより製品が故障または破損した場合。

「保証について」は、明示した保証期間および条件のもとで上記に記載の保証内容をお約束するものです。従いまして、明示、黙示を問わず、その他の一切の保証を行うものではありません。

お問い合わせ先

カナレ電気株式会社

光デバイス開発部

045-470-5512

〒222-0033

神奈川県横浜市港北区新横浜2-4-1

日本生命新横浜ビル2F